INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH

Nr 4/3/2006, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 67–76
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

Alicja Krzemińska, Mariusz Adynkiewicz-Piragas, Renata Kazimierska

OCENA WARUNKÓW TLENOWYCH DOLNEGO ODCINKA RZEKI SMORTAWY JAKO PODSTAWA OCENY SAMOOCZYSZCZANIA SIĘ WÓD W ŚWIETLE WYMOGÓW RAMOWEJ DYREKTYWY WODNEJ

Streszczenie

Przywrócenie możliwości samooczyszczania się rzek jest jednym z ważniejszych elementów poprawy jakości wód powierzchniowych w Polsce i na świecie. Roboty regulacyjne rzek nie są obojętne dla środowiska i ekosystemu rzeki, ponieważ powodują zmiany w zdolnościach do samooczyszczania się jej wód. W artykule przedstawiono wyniki badań dotyczących zmian natlenienia i BZT_5, jak również temperatury i odczynu wody w roku hydrologicznym 2003/04 na odcinku nieuregulowanym i uregulowanym. W toku badań oceniono warunki samooczyszczania się wód rzeki Smortawy.

Słowa kluczowe: wody powierzchniowe, samooczyszczanie rzek, natlenienie, BZT_5, Smotrawa

WSTĘP

Od jakości wód zależy wiele czynników wpływających na atrakcyjność rzek i terenów przyległych. Wody są elementem otaczającej nas przyrody, szczególnie odczuwającym postęp cywilizacyjny, którego motorem jest człowiek, dlatego ważną cechą każdej rzeki jest jej zdolność do samooczyszczania. Wśród czynników zwiększających szybkość i zdolność cieku do „regeneracji" jest natlenienie wód, o których mowa zarówno w prawodawstwie polskim, jak i unijnym. W Ramowej

Dyrektywie Wodnej, w załączniku V., warunki natlenienia wód powierzchniowych wymieniane są jako jeden z elementów chemicznych i fizykochemicznych wspierających elementy biologiczne, co oznacza, że stanowią podstawę do oceny jakościowej i ilościowej dobrego stanu cieku [Dyrektywa 2000/60/WE]. Przepisy wynikające z Ramowej Dyrektywy Wodnej są transponowane w Polsce, a przez to są dla nas wiążące przez Ustawę z dnia 18 lipca 2001 roku Prawo wodne, wraz z Ustawą z dnia 23 listopada 2002 roku o zmianie ustawy Prawo ochrony środowiska i ustawy Prawo wodne (Dz.U. z 2002 roku Nr 233, poz. 1957) oraz szeregiem innych aktów wykonawczych.

Rozpuszczony tlen w wodzie pełni podstawową funkcję dla wszelkich procesów chemicznych i biochemicznych w wodach naturalnych. Jest on niezbędny do życia ryb i innych organizmów wodnych [Dojlido 1987]. Ze względu na jego znaczenie dla życia organicznego ilość tlenu rozpuszczonego stanowi jeden z najważniejszych wskaźników jakości wody [Chełmicki 2002]. Zawartość tlenu w rzekach mówi o zdolności cieku do samooczyszczania, poprzez utlenienie związków organicznych. Należy jednak zwrócić uwagę na fakt, że samooczyszczanie inaczej przebiega w rzekach swobodnie płynących, a inaczej w uregulowanych. Na proces ten wpływają takie czynniki, jak: zmienność natężenia przepływu, zmienność prędkości przepływu, głębokość wody, charakter łożyska, ukształtowanie koryta, jak również skład wody i ścieków. Szczególny wpływ wywierają również budowle wodne, które mogą oddziaływać na intensywność procesu samooczyszczania zarówno przyspieszająco, jak i opóźniająco [Mańczak 1972]. Największy udział budowli piętrzących w procesie napowietrzania się wody i w ogólnym bilansie tlenowym występuje w okresie letnim, tj. wówczas gdy obserwuje się największe deficyty tlenowe, najmniejsze przepływy i największe zanieczyszczenia [Mańczak 1978]. Poglądy na temat wpływu spiętrzenia na jakość wód są bardzo różne i często sprzeczne z sobą, dlatego badania dotyczące tego zagadnienia wydają się bardzo istotne, szczególnie, że dobry stan wód powierzchniowych jest jednym z priorytetów dla wszystkich Państw członkowskich UE o czym mówi Ramowa Dyrektywa Wodna 2000/60/CE.

CEL, ZAKRES I METODYKA

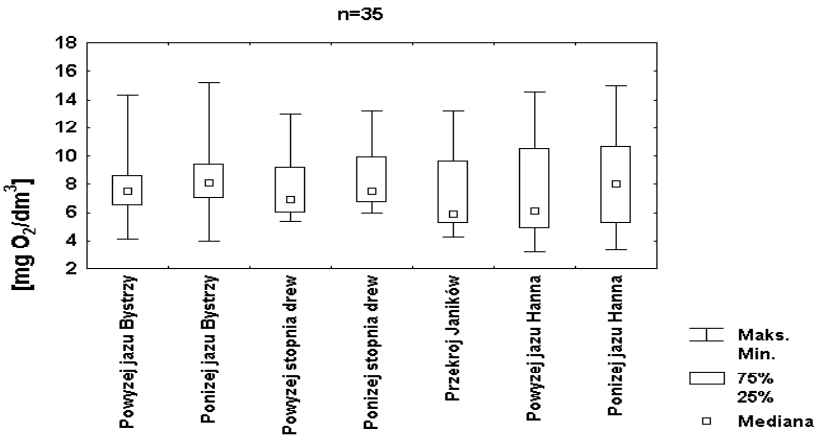
Celem pracy była ocena warunków samooczyszczania się wód rzeki Smortawy na odcinku nieuregulowanym i uregulowanym od km 9+676 do km 5+050 (rys. 1). Przeprowadzone badania miały na celu

ocenę wpływu regulacji koryta i budowli piętrzących na natlenienie rzeki Smortawy. Badania prowadzono w roku hydrologicznym 2003/04 na rzece Smotrawie w czterech przekrojach: Janików (km 7+105), jaz stały w km 9+676, stopień drewniany w km 8+030 oraz jaz Hanna w km 5+050 (rys. 1). Pomiary zawartości tlenu w rzece Smortawie wykonywano za pomocą tlenomierza WTW Oxi 323-B/Set poniżej i powyżej budowli piętrzących w odległości 50 cm, w cyklu cotygodniowym, jednocześnie wykonując pomiary temperatury i odczynu wody. W ramach badań oznaczono również BZT5 (PN-84/C-04578/04) w 3 przekrojach badawczych, gdzie usytuowane są budowle piętrzące.

Smortawa jest typową rzeką nizinną o długości 39 km, powierzchni 455 km^2 i średnim spadku 1,31‰. Przepływa głównie przez tereny leśne z niewielką zabudową i ograniczoną działalnością rolniczą [Adynkiewicz-Piragas 2002]. Jest prawobrzeżnym dopływem Odry, uchodzącym w 223+350 km jej biegu. Obszar zlewni położony jest na terenie dwóch województw: dolnośląskiego i opolskiego. Średnia wielkość opadu rocznego w zlewni wynosi 577 mm, miesiącem najcieplejszym jest lipiec ze średnią temperaturą 19,1˚C, najchłodniejszym grudzień ze średnią temperaturą 0,1˚C. Zima jest dość ciepła, trwa od grudnia do połowy lutego. Krótka zima (przeciętnie 69 dni) sprzyja najdłuższemu w Polsce okresowi wegetacyjnemu, który przekracza 210 dni [Adynkiewicz-Piragas, Paruch 1997].

WYNIKI

Wykonywane pomiary natlenienia wód uwidoczniły różnice w natlenieniu rzeki, w badanych punktach pomiarowo-kontrolnych. Najniższe średnie stężenie (przy n = 35) tlenu rozpuszczonego wystąpiło w Janikowie (7+105 km) i wynosiło 7,06 mg O_2/dm^3. Stężenia tlenu w przekroju Janików wahały się od 4,3 mg O_2/dm^3 do 13,2 mg O_2/dm^3, a procent nasycenia tlenem od 40,9% od 125,4% (rys. 1). W miejscach gdzie występowały budowle piętrzące (jaz stały w km 9+676, stopień drewniany km 8+030, jaz Hanna km 5+050) stężenia tlenu rozpuszczonego w wodzie były wyższe. Ponadto stwierdzono duże różnice w stężeniu tlenu powyżej i poniżej budowli piętrzących (rys. 1).



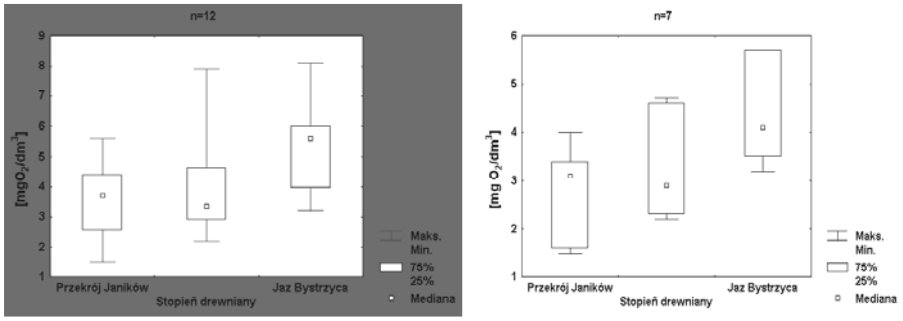
Rysunek 1. Stężenie tlenu rozpuszczonego w rzece Smotrawie na badanym odcinku (od km 9+676 do km 5+050) w roku hydrologicznym 2003/04
Figure 1. Concentration of oxygen dissolved in the Smortawa River within the researched area (from km 5+050 up to km 9+676) in the hydrological year 2003/04

Średnie roczne stężenie tlenu powyżej jazu Hanna w km 5+050, było najniższe w porównaniu z pozostałymi dwiema budowlami piętrzącymi (na jazie stałym w km 9+676 oraz na stopniu drewnianym w km 8+030) i wynosiło ono 7,30 mg O_2/dm^3 (co odpowiada 64,2 % nasycenia wody tlenem). Inaczej było w przypadku średniej rocznej powyżej jazu Hanna (km 5+050), które wynosiło 8,11 mg O_2/dm^3 (76,6 %). Na jazie Hanna zanotowano zarówno najniższe (3,2 mg O_2/dm^3), jak i najwyższe stężenia tlenu rozpuszczonego (14,59 mg O_2/dm^3) (rys. 2). Średnie roczne stężenie tlenu powyżej stopnia drewnianego (8+030 km) wynosiło 7,72 mg O_2/dm^3, a poniżej stopnia – 8,20 mg O_2/dm^3, co odpowiada odpowiednio nasyceniu wody tlenem – 73,3% oraz 77,9% (rys. 2). Większe różnice w natlenieniu wystąpiły na jazie w Bystrzycy (km 9+676, wysokość piętrzenia budowli 1,75 m). Średnie roczne stężenie tego parametru powyżej jazu wynosiło 7,48 mg O_2/dm^3, natomiast poniżej 8,02 mg O_2/dm^3, było więc niższe w porównaniu z ilością tlenu rozpuszczonego poniżej i powyżej stopnia drewnianego. Średnie nasycenie tlenem powyżej budowli wynosiło 71,0%, natomiast powyżej – 76,2%. Średnia różnica w zawartości tlenu rozpuszczonego powyżej i poniżej jazu wynosiła 0,54 mg O_2/dm^3 (rys. 1). Wahania tlenu w wodzie między wodą górną a dolną były znaczne. Poza tym trzykrotnie

w badanym okresie odnotowano odtlenienie wody. Stężenie tlenu na dolnym stanowisku (jaz w Bystrzycy) było wyższe niż na stanowisku w górnym biegu rzeki Smortawy.

Ze względu na BZT_5 wody badanego odcinka rzeki można zaliczyć do IV klasy czystości [Rozporządzenie... 2004]. Jest to związane z wysokimi wartościami tego parametru w km 9+767 (rys. 2). Najwyższa wartość BZT_5 wystąpiła w grudniu 2003 roku (jaz stały) i wynosiła 8,1 mg O_2/dm^3, zaś najniższa wartość wystąpiła w kwietniu i wynosiła – 1,5 mg O_2/dm^3 (w 7+105 km rzeki Smortawy). Najniższe wartości BZT_5 miały miejsce w przekroju Janików, gdzie wahanie tego parametru było równe 4,1 mg O_2/dm^3 (od 1,5 mg O_2/dm^3 do 5,61 mg O_2/dm^3). Średnie wartości BZT_5 malały wraz z biegiem rzeki i wynosiły: 5,2 mg O_2/dm^3 w km 9+676 (jaz stały), 3,8 mg O_2/dm^3 w km 8+030 (stopień drewniany) oraz 3,5 mg O_2/dm^3 w km 7+105 (przekrój Janików) (rys. 2).

BZT_5:
dla roku, n = 12 dla okresu wegetacyjnego, n = 7



Rysunek 2. Wartości BZT_5 oznaczone w badanych przekrojach pomiarowych w roku hydrologicznym 2003/04 i okresie wegetacyjnym
Figure 2. BZT_5 values in the researched cross-sections in the hydrological year 2003/04 and during vegetation period

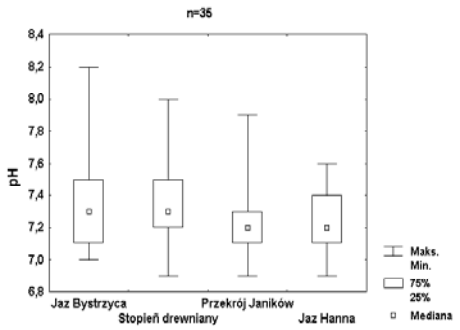
Ze względu na to, że wartości BZT_5 uzależnione są między innymi od wartości pH wody, jak i jej temperatury, poniżej przedstawiono krótką analizę zmienności tych parametrów w badanych przekrojach rzeki Smortawy.

Największe wartości odczynu zanotowano na jazie stałym (w km 9+676), zarówno w okresie wegetacyjnym (od 7,0 pH do 8,2 pH) (rys. 3)

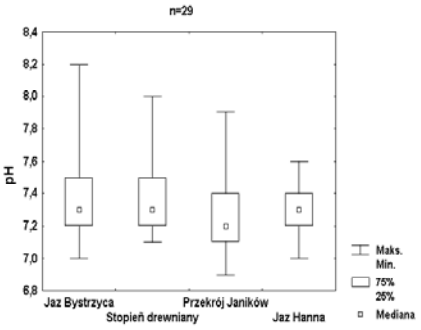
oraz w badanym roku hydrologicznym (od 7,4 pH–8,2 pH). Najniższe wahania odczynu wystąpiły na jazie Hanna (km 5+050), od 6,9–7,6 pH w roku hydrologicznym 2003/04 oraz 7,0–7,6 pH w okresie wegetacyjnym. Ponadto obserwuje się zbliżone wartości odczynu we wszystkich punktach pomiarowo-kontrolnych (w półroczu zimowym, letnim, a także w okresie wegetacyjnym) do średnich rocznych, które wahały się od 7,2 do 7,4 pH. Najwięcej wyników mieści się w przedziale pH od 7,1 do 7,5, co oznacza, że w wodach rzeki Smortawy proces BZT_5 przebiega w optymalnie. Jak podaje Doilido, przy pH 7–8 proces ten jest idealny, natomiast w środowisku alkalicznym i kwaśnym proces zużycia tlenu zostaje zahamowany.

ODCZYN:

dla roku, n = 35



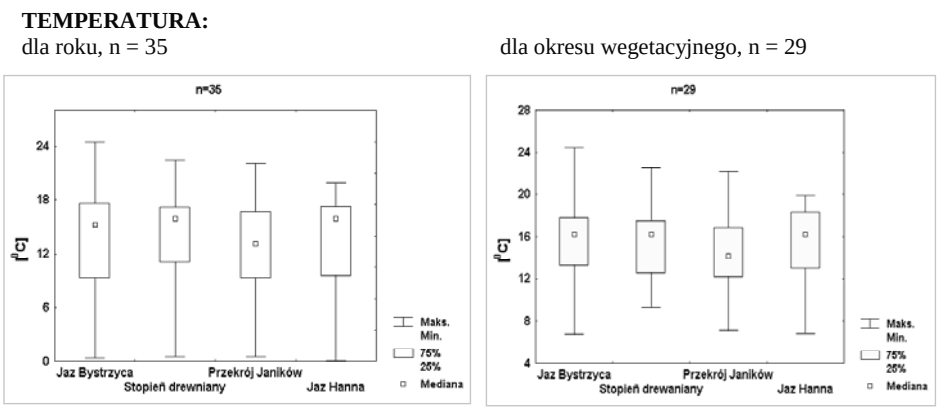
dla okresu wegetacyjnego, n = 29



Rysunek 3. Wartości odczynu wody mierzone w badanych przekrojach pomiarowych w roku hydrologicznym 2003/04 i okresie wegetacyjnym
Figure 3. Water pH values measured in researched cross-sections in the hydrological year 2003/04 and during vegetation period

Najwyższe wahania temperatur zarówno w całym roku hydrologicznym 2003/2004, jak i w okresie wegetacyjnym wystąpiły na jazie stałym w km 9+676 (rys. 4). W badanym roku w km 9+676, 25% wyników mieściło się w przedziale temperatur od 0,3°C do 0,9°C, natomiast 75 % odnotowano z temperaturą wyższą niż 9,0°C. Najniższa średnia roczna temperatura wystąpiła w km 7+105 (przekrój Janików) i wynosiła 12,4°C, w pozostałych punktach pomiarowych średnie roczne temperatury wynosiły 13,3°C (jaz stały – km 9+676 i stopień drewniany – km 8+030) oraz 13,1°C (jaz Hanna – km 5+050). W półroczu letnim średnie temperatury były zbliżone do 16,0°C, najniższa

natomiast wystąpiła w przekroju Janików (km 7+105) i wynosiła 15,1°C. W okresie wegetacyjnym temperatury były średnio niższe o 1,0°C, w porównaniu ze średnimi z półrocza letniego.



Rysunek 4. Wartości temperatury wody mierzone w badanych przekrojach pomiarowych w roku hydrologicznym 2003/04 i w okresie wegetacyjnym
Figure 4. Water temperature measured in researched cross-sections in the hydrological year 2003/04 and during vegetation period

Średnie roczne stany wód w rzece Smortawie w badanych punktach pomiarowo-kontrolnych były zbliżone. Stany wahają się od 0,42 m do 1,36 m w km 9+676 (jaz stały), od 0,72 m do 1,31 m w km 8+030 (stopień drewniany), od 0,62 m do 1,36 m w km 7+105 (przekrój Janików) oraz od 0,65 m do 1,28 m w km 5+050 (jaz Hanna). Zauważono zależność między wyższymi opadami w roku hydrologicznym 2003/2004 a stanami wód. W okresie wegetacyjnym stany wód są wyższe, co bezpośrednio wiązało się z wysokimi sumami opadów w czerwcu (67,1 mm), lipcu (57,5 mm) oraz sierpniu (59,5 mm). Również wysokie stany w marcu wiążą się z większymi sumami opadów.

Zmienność stanów wody w rzece Smortawie w przekroju wodowskazowym Janików (km 7+105) zależy nie tylko od opadów ale także od wysokości piętrzenia wody na jazie Hanna w km 5+050. Stany wód w przekroju Janików w km 7+105 były wyższe, gdy na ruchomym jazie Hanna było maksymalne piętrzenie na rzędnej 127,0 m. n.p.m., a niższe, gdy woda była piętrzona na rzędnej 125,1 m n.p.m. Piętrzenie na jazie Hanna powoduje zmiany w położeniu zwierciadła wód również na stopniu drewnianym, znajdującym się w km 8+030.

W km 9+676 nie obserwuje się tak znacznych zmian stanów wody. Na podstawie zmienności stanów na rzece Smortawie, można stwierdzić, że rzeka ta jest typową rzeką niziną, która posiada najwyższe stany w okresie wiosennym oraz letnim.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Z przeprowadzonych pomiarów wynika, że najwyższe średnie stężenie tlenu rozpuszczonego występuje na stopniu drewnianym w km 8+030, zarówno przed (7,72 mg O_2/dm^3), jak i za budowlą piętrzącą (8,20 mg O_2/dm^3), która mieści się poniżej odcinka wyłączonego z regulacji (dolne rozlewisko na Smortawie). Również wysokie wartości tlenu rozpuszczonego występują w km 9+676, gdzie znajduje się jaz stały. Średnia wartość natlenienia powyżej budowli wynosi 7,48 mg O_2/dm^3, a poniżej 8,20 mg O_2/dm^3. Wyższe wartości tego parametru w porównaniu z jazem Hanna w km 5+050 autorzy wiążą z tym, że powyżej jazu stałego (km 9+676) znajduje się odcinek nieuregulowany (górne rozlewisko rzeki Smortawy). We wszystkich punktach pomiarowych zauważono wyższe stężenie tlenu po przejściu przez budowle piętrzące.

Temperatura wody zmienia się w szerokim zakresie. Są to zmiany dobowe i sezonowe. Średnie roczne temperatury były zbliżone we wszystkich trzech punktach pomiarowo-kontrolnych wahały się od 13,1°C do 13,3°C. Niższą temperaturę notowano w przekroju Janików co wiązało się z zacienieniem rzeki przez most w km 7+105. Temperatura wody świadczy o nasyceniu gazami i wyższe wartości uzależnione były od temperatury powietrza.

Wody w rzece Smortawie można określić jako lekko zasadowe, co może być spowodowane wymywaniem związków zasadowych z podłoża, spływem związków z pogranicznych pól, a także w wyniku doprowadzenia zanieczyszczeń z gospodarstw domowych.

Wartości wyżej opisanych wskaźników: temperatura i odczyn, pozwalają na zakwalifikowanie wód rzeki Smortawy do I klasy czystości. Biorąc jednak pod uwagę wskaźnik tlenowy BZT_5, wody tej rzeki zakwalifikowano do III klasy czystości [Rozporządzenie… 2004]. Najwyższe wartości wyżej wymienionych parametrów występują na jazie stałym, co wiąże się z niesieniem przez nurt rzeki obumarłych szczątków roślinnych i zwierzęcych. Poniżej jazu stałego km 8+030 oraz w przekroju Janików wartości BZT_5 są mniejsze. Widoczne zatem jest oczyszczenie rzeki od km 9+676 do km 8+030. W km 8+030 woda jest

dobrze natleniona zatem wartości wskaźników tlenowych w przekroju Janików (km 7+105) powinny być mniejsze. Ze względu na to, że wartości te ulegają zwiększeniu autorzy przypuszczają, że przed przekrojem w Janikowie następuje niekontrolowany zrzut ścieków.

Przeprowadzone badania i analiza wyników upoważniają do następujących wniosków:

1. Woda w rzece Smortawie wykazuje wyższe stężenia tlenu po przejściu z odcinka nieuregulowanego. Wyższe roczne stężenia tlenu rozpuszczonego odnotowano w km 9+676 (jaz stały) oraz w km 8+030 (stopień drewniany). Niższe stężenia tlenu w przekroju Janików km 7+105 mogą wiązać się ze wzrostem związków biogennych spływającymi z pól, lub przedostającego się do rzeki wyniku niekontrolowanego zrzutu ścieków (wzrost BZT_5). Wówczas tlen zostaje zużywany na mineralizację związków biogennych.

2. Wysokie stężenie tlenu w okresie badawczym 2003/2004 występowało na wiosnę i było związane z niższymi temperaturami wody, wysokimi poziomami zwierciadła wody oraz zwiększoną produkcją tlenu przez roślinność.

3. Zabudowa hydrotechniczna zwiększa zawartość tlenu w rzece Smortawie.

4. Naturalny reżim hydrologiczny rzeki Smortawy został zmieniony przez zabudowę hydrotechniczną rzeki. Przyczyną zmian reżimu jest zmienne piętrzenie na jazie Hanna w km 5+050 oraz stałe piętrzenia na stopniu drewnianym w km 8+030 i jazie stałym w km 9+676.

BIBLIOGRAFIA

Adynkiewicz-Piragas M. *Wpływ zmiennego piętrzenia na kształtowanie się odpływu ze zlewni Smortawy*. WIMiGW, Tom XXV (XLVI), Zeszyt 4, 2002, s. 51–62.

Adynkiewicz-Piragas M., Paruch A. *Metodyka badań stosunków wodnych lasów łęgowych odrzańskiego polderu Oława-Lipki* [w:] *Kompleksowe badania i ochrona środowiska Naturalnego*. ATR Bydgoszcz, 1997, s. 30–35.

Chełmicki W. *Woda, zasoby, degradacja, ochrona*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2002.

Dojlido J.R. *Chemia wody*. Wydawnictwo Arkady, Warszawa 1987.

Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. (tzw. Ramowa Dyrektywa Wodna).

Mańczak H. *Techniczne podstawy ochrony wód przed zanieczyszczeniem.* Politechnika Wrocławska, Wrocław 1972.

Mańczak H. Zagadnienia hydrologiczne, hydrogeologiczne i ochrony wód rzeki Odry [w:] Niektóre aspekty zdolności samooczyszczania się wód rzeki Odry i ich wpływ na rozmiar inwestycji z zakresu ochrony wód przed zanieczyszczeniem. Komisja Nauk o Ziemi, PAN Oddział we Wrocławiu, 1978, s. 241–250.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 r. *w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód*, Dz.U. Nr 32, poz. 284.

Dr Alicja Krzemińska
Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska
Akademia Rolnicza we Wrocławiu
Dr inż. Mariusz Adynkiewicz-Piragas
Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej
Oddział we Wrocławiu
Mgr inż. Renata Kazimierska

Recenzent: *Prof. dr hab. inż. Tadeusz Bednarczyk*

Alicja Krzemińska, Mariusz Adynkiewicz-Piragas, Renata Kazimierska

ASSESSMENT OF OXYGEN CONDITIONS IN LOWER COURSE OF THE SMORTAWA RIVER AS THE BASIS FOR EVALUATION OF SELF-PURIFICATION OF WATERS WITH REGARDS TO THE WATER FRAMEWORK DIRECTIVE REQUIREMENTS

SUMMARY

Restoration of rivers self-purification ability is an important part of the efforts to improve surface waters quality both in Poland and in the world. River regulation works are indifferent neither for the environment nor for the ecosystem of the river, as they change the ability of river waters self-purification. This article presents results of researches on changes of oxygenation and BZT_5, as well as water temperature and pH in the hydrological year 2003/04 on regulated and unregulated parts of the Smortawa River. In the progress of the research, conditions of self-purification of the river have been assessed.

Key words: surface water, self-purification of rivers, self-cleaning of rivers, oxygenation, BZT_5, Smortawa